

10500341

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



24 JUN 2004

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juli 2003 (17.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/058071 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F04C 2/14, 102 23 659.3 28. Mai 2002 (28.05.2002) DE
F16N 13/20, F01M 1/02 102 30 040.2 4. Juli 2002 (04.07.2002) DE
102 37 801.0 17. August 2002 (17.08.2002) DE

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB02/05187

(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Dezember 2002 (09.12.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 102 00 977.5 12. Januar 2002 (12.01.2002) DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: VOIGT, Dieter [DE/DE]; Harxbütteler Strasse 8, 38110 Braunschweig (DE).

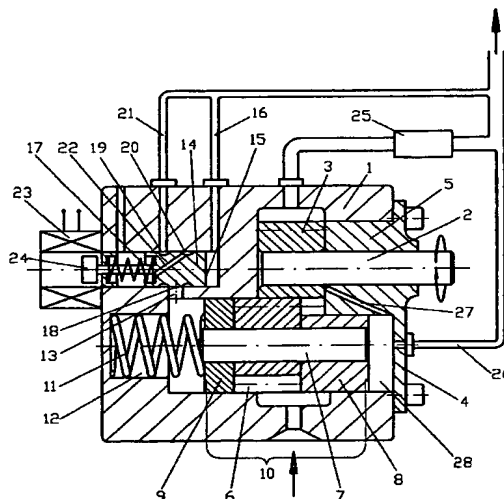
(74) Anwalt: VON REVY, Peter; Büchel, v.Revy & Partner, Zedernpark/Bronschhoferstr. 31, Postfach 907, CH-9500 Wil (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR PRESSURE REGULATION OF HYDRAULIC PUMPS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR DRUCKREGELUNG VON HYDRAULIKPUMPEN



(57) Abstract: A pressure-regulation device for hydraulic pumps, in particular lubricating oil pumps on an internal combustion engine in motor vehicles is disclosed, which works in a variable pressure regulation range depending on the oil pressure requirement by means of a regulating piston with a controlled force application. Using an engine-speed-dependent oil pressure regulation in oil pumps with a supply amount regulation, significant advantages can be achieved in oil pump drive power, such that the fuel consumption of the corresponding internal combustion engine may be reduced. The above is achieved whereby a regulating piston and a regulating spring are provided for control of the supply amount regulator and a control device for the regulating piston is provided. The regulating piston (14, 51, 80) comprises a working area (15, 53, 90) for a permanent oil pressure and may be subjected to an additional force by the control device (23, 29, 56, 71, 73).

(57) Zusammenfassung: Für Hydraulikpumpen und insbesondere Schmierölpumpen von Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren wird eine Druckregelvorrichtung vorgeschlagen, die abhängig vom Öldruckbedarf durch die Verwendung eines Regelkolbens mit einer gesteuerten Kraftbeaufschlagung in einem veränderlichen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/058071 A1



GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Druckregelbereich arbeitet. Durch eine drehzahlabhängige Öldruckregelung werden bei Ölpumpen mit Fördermengenregelung nennenswerte Vorteile in der Ölpumpenantriebsleistung erzielt, so dass der Kraftstoffverbrauch des zugehörigen Verbrennungsmotors entsprechend reduziert wird. Zu diesem Zweck sind ein einem Regelkolben sowie eine Regelfeder zur Steuerung der Fördermengenregleinrichtung und eine Ansteuereinrichtung für den Regelkolben vorgesehen. Der Regelkolben (14, 51, 80) weist eine Wirkfläche (15, 53, 90) für ständig anliegenden Öldruck auf und ist von der Ansteuereinrichtung (23, 29, 56, 71, 73) mit einer Zusatzkraft beaufschlagbar.

Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen

5

Gebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur Druckregelung von Hydraulikpumpen, insbesondere für Ölpumpen mit einer Fördermengenregeleinrichtung zur Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren, mit einem Regelkolben sowie einer Regelfeder zur Steuerung der Fördermengenregeleinrichtung und mit einer Ansteuereinrichtung für den Regelkolben. Derartige Regelvorrichtungen haben die Aufgabe, die Förderleistung der Hydraulikpumpe, und insbesondere einer Ölpumpe, an wechselnden Bedarf, z.B. des Schmiersystems eines Verbrennungsmotors hinsichtlich Öldruck und Ölmenge, anzupassen. Hierdurch werden unnötig hohe Öldrücke vermieden, wie auch die Antriebsleistung der Schmierölpumpe im Hinblick auf einen guten Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors gering gehalten.

Hintergrund der Erfindung:

Bekannte Ölpumpen mit Fördermengenregelung, bei denen sich die Ölfördermenge entsprechend der Ölpumpenauslegung an den Bedarf des zu versorgenden Verbrennungsmotors anpasst, weisen eine geringere Ölpumpenantriebsleistung als Ölpumpen mit Kurzschlussregelung auf. Die Fördermengen werden im wesentlichen durch den Öldruck geregelt, wobei insbesondere bei höheren Motordrehzahlen wie auch bei niedrigen Betriebstemperaturen entsprechende Fördermengenabregelungen stattfinden.

25

Bei einfachen Ölpumpenausführungen mit Fördermengenregelung wird der Öldruck direkt von einer Regelfeder bestimmt. Diese Ausführungsform hat jedoch den Nachteil, dass die Federauslegung entsprechend dem maximalen Öldruckbedarf bei Motorhöchstdrehzahl des Verbrennungsmotors vorzunehmen ist, was dann unnötig hohe Öldrücke mit entsprechend hohen Antriebsleistungen im unteren Drehzahlbereich zur Folge hat. Eine Fördermengenregelung ausschließlich durch eine Regelfeder, wie beispielsweise in DE 3028573 und DE 3528651 vorgeschlagen, führt weiterhin mit zunehmendem Hub der Regelfeder durch deren ansteigende Federkraft zu einer zusätzlichen Öldruckerhöhung, so dass der angestrebte Antriebsleistungsvorteil durch Fördermengenreduzierung infolge des unnötigen Öldruckanstiegs zumindest teilweise wieder kompensiert wird.

35

Die in DE 10043842 A1 vorgeschlagene Außenzahnrad-Ölpumpe mit axialer Zahnradverschiebung vermeidet weitgehend den unerwünschten Öldruckanstieg bei Fördermengen-

abregelung durch eine das Öldruckniveau stabilisierende Drosselregelung. Ihr Öldruck pulsiert bei Regelungsbetrieb jedoch durch eine geringfügige, regelungsbedingt ständige Variation der axialen Eingriffsüberdeckung der beiden Förderzahnräder. Der axialen Zahnradverschiebung entgegenwirkende Reibungskräfte verstärkt diesen Effekt. Für eine weitere Minimierung von Fördermenge und Öldruck, insbesondere entsprechend dem geringeren Öldruckbedarf bei niedrigen Motordrehzahlen, benötigt diese Drosselregelung zusätzlich elektrische Steuerkomponenten.

In der DE 19915737 A1 wird ein Verfahren zum Regeln der Schmierung eines Verbrennungsmotors beschrieben, bei dem die Regelung der Ölpumpe abhängig vom Betriebszustand des Verbrennungsmotors über ein Kennfeld gesteuert wird, wobei die Kenngrößen dem Motorsteuergerät entnommen werden. Ein nicht näher ausgeführtes Stellglied der Ölpumpe setzt die elektrischen Ansteuerungen in Änderungen der Förderleistung der Ölpumpe um.

Die DE-C-753580 beschreibt eine Ölpumpe mit einer drehzahlveränderlichen Fördermenge, bei der der Fliehkraftregler einer Einspritzpumpe über eine mechanische Koppelung die Fördermenge der Ölpumpe verändert. Andere Ausgestaltungen regelbarer Ölpumpen sind in der DE-A-37 26 800 und der US-A-4,828,462 zu finden.

Kurzfassung der Erfindung:

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung eine Regelvorrichtung für Ölpumpen mit einer Fördermengenregeleinrichtung zu schaffen, die abhängig von vorgegebenen Betriebswerten, beispielsweise von der Betriebsdrehzahl eines Verbrennungsmotors, betriebssicher den Öldruck wie auch die Ölfördermenge weitgehend entsprechend dem hydraulischen Versorgungsbedarf minimiert und damit die Antriebsleistung der Ölpumpe absenkt.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen mit den eingangs genannten Merkmalen vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnet, dass der Regelkolben eine Wirkfläche für ständig anliegenden Öldruck aufweist und von der Ansteuereinrichtung weiterhin mit einer Zusatzkraft beaufschlagbar ist. Dies bewirkt, dass sich der Öldruck zumindest in zwei Regeldruckstufen einstellt. Hierzu bewirkt der von einer Ansteuervorrichtung mit einer veränderlichen Kraft beaufschlagbare Regelkolben die zugehörige Einstellung der Fördermengenregeleinrichtung.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen:

Die Erfindung wird anhand folgender Zeichnungen hinsichtlich Funktion und Ausführungsmöglichkeiten näher erläutert. Es zeigen:

5 Fig. 1 eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit elektromagnetisch veränderlicher Kraftbeaufschlagung ihres Regelkolbens;

Fig. 2 eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit veränderlicher Kraftbeaufschlagung ihres Regelkolbens durch einen Schrittmotor;

10

Fig. 3 eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit veränderlicher, hydraulischer Kraftbeaufschlagung eines gestuften Regelkolbens durch einen fliehkraftbetätigten Schaltkolben;

15 Fig. 4 eine fördermengenregelbare Außenzahnradpumpe mit veränderlicher Kraftbeaufschlagung ihres Regelkolbens durch ein Elektroventil und/oder durch eine drehzahlabhängige Öldruckbeaufschlagung;

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel, als Variante zu Fig. 3;

20

Fig. 6 eine Alternative zu Fig. 2; und

Fig. 7 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Regeleinheit.

25 Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Druckregelvorrichtung für eine Außenzahnradölpumpe mit Fördermengenregelung. Dabei besteht diese Ölpumpe aus einem Ölpumpengehäuse 1, in dem ein auf einer Antriebswelle 2 fixiertes Antriebszahnrad 3 angeordnet ist. Die Antriebswelle 2 ist in einem zu einem Verschlussdeckel 4 gehörigen Deckelkolben 5 gelagert. Bei einer Fördermengenregelung wird in bekannter Weise relativ zum Antriebszahnrad 3 ein in kämmendem Eingriff mit ihm stehendes Verschiebezahnrad 6 axial verschoben, so dass dann durch die veränderte Zahn-
30 eingriffsbreite die Ölfördermenge entsprechend verändert wird.

35 Das Verschiebezahnrad 6 ist auf einem nichtrotierenden Bolzen 7 gelagert, der rechtsseitig einen Verschiebekolben 8 und linksseitig einen Federkolben 9 trägt. Dieser gebildete Verbund wird als Verschiebeeinheit 10 bezeichnet. Die Verschiebeeinheit 10 ist an ihrem

Verschiebekolben 8 ständig mit Öldruck beaufschlagt, während hierzu entgegenwirkend am Federkolben 9 eine Kolbenfeder 11 wie auch ein in der Federkammer 12 wirkender, regelbarer Steuerdruck die Fördermengenregelung vornehmen.

- 5 Die Regelung des in Federkammer 12 wirkenden Steuerdrucks wird über eine Steuerbohrung 13 von einem Regelkolben 14 vorgenommen, der an seiner Wirkfläche 15 über eine Verbindung 16 ständig mit Öldruck beaufschlagt ist. Als Gegenkraft hierzu wirkt linksseitig eine Regelfeder 17 auf den Regelkolben 14. In der gezeigten Regelposition des Regelkolbens 14 befindet sich sein Regelzapfen 18 direkt gegenüberliegend zur Steuerbohrung
10 13. Der Regelzapfen 18 ist linksseitig von einer Drucknut 19 und rechtsseitig von einer Entlastungsnut 20 begrenzt.

- Da der Regelzapfen 18 geringfügig schmaler als der Durchmesser der Steuerbohrung 13 ist, wird in der gezeigten Regelposition in der Federkammer 12 ein Steuerdruck eingeregelt, der zwischen dem über eine weitere Verbindung 21 in der Drucknut 19 anliegenden
15 Öldruck und einer über die Entlastungsnut 20 einspeisbaren, vollständigen Druckentlastung liegen kann. Über eine Diagonalbohrung 22 in Regelkolben 14 steht die Entlastungsnut 20 mit der Umgebung in Verbindung.

- 20 Sobald der an Wirkfläche 15 anliegende Öldruck die Höhe des maximal erforderlichen Betriebsöldrucks von beispielsweise 5 bar des zugehörigen Verbrennungsmotors überschreitet, erfolgt gegen die Kraft der Regelfeder 17 eine Verschiebung des Regelkolbens 14 im Sinne einer Reduzierung des Steuerdrucks in Federkammer 12. Hierdurch wird die Verschiebeeinheit 10 zum Zwecke einer Fördermengenreduzierung soweit nach links
25 verschoben, bis der Öldruck den Sollwert von beispielsweise 5 bar erreicht. Eine Unterschreitung des Sollöldrucks von 5 bar führt umgekehrt durch die Regelfeder 17 zu einer Verschiebung von Regelkolben 14 nach rechts, was durch eine Erhöhung des Steuerdrucks in der Federkammer 12 eine entsprechende Steigerung der Fördermenge mit einem daraus resultierenden Öldruckanstieg auslöst.

- 30 Die zur erfindungsgemäßen Absenkung des Öldrucks erforderliche Ansteuereinrichtung des Regelkolbens 14 besteht aus einer Magnetspule 23, die bei entsprechender Ansteuerung durch ein Steuergerät des Verbrennungsmotors über ihren Anker 24 eine magnetische Zusatzkraft auf den Regelkolben 14 ausübt. Eine Veränderung der magnetischen
35 Zusatzkraft kann vom Steuergerät entweder kontinuierlich oder stufenweise bedarfsorientiert vorgenommen werden, was sich entsprechend auf die Regelung von Öldruck und Fördermenge der Ölpumpe auswirkt.

Die erst hinter dem Ölfilter 25 abzweigenden hydraulische Verbindungen 16, 21 und 26 zum Verschiebekolben 8 und zum Regelkolben 14 haben zwei Vorteile. Zum einen wird durch die Druckregelung der Ölpumpe der Öldruck hinter dem Ölfilter 25 auf das Soll-
5 druckniveau eingeregelt, so dass unabhängig von verschmutzungsbedingt veränderlichen Druckverlusten des Ölfilters 25 ein betriebssicherer Öldruck für die Schmierung des Verbrennungsmotors gewährleistet ist. Zum anderen werden alle Teile der Regeleinrichtung wie auch alle Lagerstellen der Ölpumpe, beispielsweise die Lagerung der Antriebswelle 2 in Deckelkolben 5 über eine Ölbohrung 27 aus Verschiebekammer 28, mit gefiltertem Öl
10 versorgt, so dass die Betriebssicherheit wie auch die Lebensdauer der Ölpumpe erhöht werden.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit kontinuierlich veränderlicher Öldruckregelung. Zur erfindungsgemäßen Öldruckabsenkung wird anstelle der
15 Magnetspule 23 von Figur 1 hier einen Schrittmotor 29 mit einer verstellbaren Federanlage 30 für die Regelfeder 17 des nun ungeschnitten dargestellten Regelkolbens 14 verwendet. Durch die Grundposition der Federanlage 30 von Regelfeder 17, die sich automatisch ohne elektrische Ansteuerung des Schrittmotors 29 einstellt, ist durch die entsprechende Vorspannung der Regelfeder 17 der maximal erforderliche Betriebsöldruck
20 von beispielsweise 5 bar sichergestellt. Durch ein entsprechend programmiertes Steuergerät des Verbrennungsmotors kann der Öldruck bedarfsgerecht abgesenkt oder bei Sonderanwendungen auch noch weiter erhöht werden.

Fig. 3 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Öldruck- und Fördermengenregelung am Beispiel einer Außenzahnradölpumpe, bei der die Ansteuer-
25 einrichtung des Regelkolbens ausschließlich fliehkraftabhängig in zwei drehzahlbezogenen Regeldruckstufen stattfindet. Der nun als Stufenkolben 51 ausgebildete Regelkolben ist aus dem Regelkolben 14 der Fig. 1 bzw. 2 abgeleitet. Er weist linksseitig eine Regelfeder 52 und rechtsseitig eine erste Wirkflächen 53 auf, die ständig mit Öldruck beaufschlagt ist. Eine rechtsseitig zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 ist bei niedrigen
30 Betriebsdrehzahlen des Verbrennungsmotors ebenfalls mit Öldruck beaufschlagt, so dass durch eine Öldruckwirkung an den beiden Wirkflächen 53 und 54 und der entsprechend ausgelegten Regelfeder 52 eine Öldruckregelung bei beispielsweise 2,5 bar der ersten Regeldruckstufe stattfindet. Die bei hohen Drehzahlen motorbedingt erforderliche Öldruckerhöhung auf ein Öldruckniveau von beispielsweise 5 bar der zweiten Regeldruckstufe erfordert für die entsprechende Regelfunktion des Stufenkolbens 51 eine vollständige
35 Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 54. Die Ansteuereinrichtung für die Umschal-

tung zwischen den beiden Regeldruckstufen durch Öldruckbeaufschlagung bzw. Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 54 des Stufenkolbens 51 besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus einem in Antriebszahnrad 55 angeordneten, drehzahlabhängig wirkenden Fliehkraftventil.

5

Die zu Fig. 3 gehörende Fig. 4 zeigt das kompakte Fliehkraftventil vergrößert. Es besteht aus einem Schaltkolben 56 und einer Schaltkolbenfeder 57. Der Schaltkolben 56 ist aus räumlichen Gründen schräg zur radialen Fliehkraftrichtung ausgerichtet, könnte aber in bestimmten Fällen auch radial ausgerichtet sein, d.h. seine Ausrichtung muß wenigstens eine radiale Komponente haben. Die gestufte Aufnahmebohrung von Schaltkolben 56 und Schaltkolbenfeder 57 kann aus Platzgründen teilweise sogar in einen Zahn des Antriebszahnrades 55 hineinragen. Die gezeigte Position des Schaltkolbens 56 mit entspannter Schaltkolbenfeder 57 entspricht niedrigen Betriebsdrehzahlen bei geringer Fliehkraftwirkung. Ein am Schaltkolben 56 befindlicher Führungszapfen 59 sichert die radiale Führung der Schaltkolbenfeder 57 und verhindert deren fliehkraftbedingte Durchbiegungen.

10

15

Der über die Ölbohrung 27 und die zugehörige Umfangsfase des Deckelkolbens 5 am Schaltkolben 56 anliegende Öldruck wirkt über seine Zentralbohrung 60 auch ständig in der Kammer der Schaltkolbenfeder 57. Bei niedrigen Betriebsdrehzahlen wird der Öldruck infolge der in Fig. 4 gezeigten Position des Schaltkolbens 56 über eine Schrägbohrung 61 von Antriebszahnrad 55 und über eine Verbindungsbohrung 62 des Ölpumpengehäuses 63 auf die zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 geleitet, um dadurch die erste Regeldruckstufe mit, beispielsweise 2,5 bar, Öldruck zu aktivieren.

20

25

Nach Überschreiten der Umschaltdrehzahl zur Aktivierung der zweiten Regeldruckstufe, beispielsweise bei 2500/min, verschiebt sich der Schaltkolben 56 fliehkraftbedingt gegen die Schaltkolbenfeder 57 in seine äußere Endposition. Hierdurch wird zur Öldruckanhebung auf die zweite Regeldruckstufe von 5 bar der Stufenkolben 51 an seiner zweiten Wirkfläche 54 druckentlastet, indem über die Schrägbohrung 61 und eine Umfangsnut 64 von Schaltkolben 56 sowie weitere Querschnitte eine Verbindung zur Mittelbohrung 65 der am rechten Ende offenen Antriebswelle 58 hergestellt wird.

30

35

In Anlehnung an Fig. 3 zeigt Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Stufenkolben 51 an seiner zweiten Wirkfläche 54 durch zwei weitere, in Fig. 5 dargestellte, unabhängige Ansteuereinrichtungen mit Öldruck beaufschlagbar ist. Die beiden Ansteuereinrichtungen

können, wie in Fig. 5 gezeigt, sowohl in Kombination miteinander in Funktion treten, aber auch jede für sich bei Entfall der anderen Ansteuereinrichtung arbeiten.

Die erste Ansteuereinrichtung weist auf der Antriebswelle 74 eine Spiralnut 73 auf, die
5 beidseitig von den Umfangsnuten 75 und 76 begrenzt ist. Sie hat eine relativ geringe Nut-
tiefe und erzeugt bei Rotation der Antriebswelle 74 durch auftretende Ölscherkräfte über
ihrer Länge ein drehzahlabhängiges Druckgefälle. Die linksseitige Umfangsnut 75 ist über
die Ölbohrung 27 mit Öldruck beaufschlagt. Die Steigungsrichtung der Spiralnut 73 ist
10 nun so gewählt, dass bei Rotation der Antriebswelle 74 das in der Spiralnut 73 wirkende
Druckgefälle einen Druckabbau in der rechtsseitigen Umfangsnut 76 hervorruft. Der
drehzahlveränderlichen Druck in Umfangsnut 76 wird über eine Längsbohrung der An-
triebswelle 74 und über eine in Gehäuse 78 befindliche Verbindungsbohrung 79 auf die
zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 geleitet.

15 Bei Höchstdrehzahl wird der in der Umfangsnut 75 anliegende Öldruck, von beispielswei-
se 5 bar, durch ein von der Spiralnut 73 erzeugtes, relativ hohes Druckgefälle auf fast 0
bar in der Umfangsnut 76 reduziert, so dass die zweite Wirkfläche 54 von Stufenkolben
51 für die gewünschte Druckregelung des Öldrucks bei 5 bar effektiv druckentlastet ist.
Mit abfallender Drehzahl reduziert sich das Druckgefälle an der Spiralnut 73 kontinuier-
20 lich, so dass Druck an der zweiten Wirkfläche 54 von Stufenkolben 51 entsprechend an-
steigt und eine Öldruckregelung bei drehzahlabhängig veränderlichem Druckniveau statt-
findet.

Die zweite, alleine oder zusammen mit der ersten einbaubare, Ansteuereinrichtung für
25 den Stufenkolben 51 besteht aus einem Elektroventil 71, das bei elektrischer Aktivierung
zur Öldruckabsenkung der Ölpumpe den Öldruck auf dessen zweite Wirkfläche 54 schal-
tet. Damit sind beide Wirkflächen 53 und 54 öldruckbelastet, so dass der Stufenkolben 51
bereits beispielsweise bei 2,5 bar Öldruck der ersten Regeldruckstufe gegen die Kraft der
Regelfeder 52 seine Regelfunktion ausübt und den entsprechenden Steuerdruck zur För-
30 dermengenregelung bereitstellt.

Bei unbestromtem Elektroventil 71 wird die Öldruckzufuhr unterbrochen und über einen
Entlastungsstutzen 72 am Elektroventil 71 eine Druckent- oder -belastung der zweiten
Wirkfläche 54 hervorgerufen. Der nun nur noch an der ersten Wirkfläche 53 von Stufen-
35 kolben 51 anliegende Öldruck verlagert den Regelbeginn dann auf einen höheren Wert,
beispielsweise 5 bar, der zweiten Regeldruckstufe. Die zweite Regeldruckstufe ist bei
einer defektbedingten Unterbrechung der elektrischen Anschlüsse des Elektroventils 71

als Sicherheitsöldruck für alle Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors gewährleistet.

5 In der in Fig. 5 gezeigten, beispielsweise Kombinationsfunktion der beiden Ansteuereinrichtungen kann bei betriebswarmem Verbrennungsmotor durch die Spiralnut 73 eine kontinuierlich drehzahlveränderliche Öldruckregelung durchgeführt werden, wobei das Elektroventil 71 jedoch dann durch eine Zusatzfunktion seine Verbindung zum Stufenkolben 51 geschlossen halten muss. Beim Kaltbetrieb und dann wegen zähflüssigen Öls effektiv nicht nutzbarer Wirkung der Spiralnut 73 tritt dann das Elektroventil 71 in Funktion. Seine zweistufige Öldruckregelung durch eine Druckbeaufschlagung bzw. eine 10 Druckentlastung der zweiten Wirkfläche 54 des Stufenkolbens 51 erfolgt dann in bekannter Weise.

Prinzipiell ist die mit dem Stufenkolben 51 vorgenommene Regelung des Öldrucks auch 15 mehrstufig mit einem entsprechend ausgebildeten Stufenkolben durchführbar. Hierbei wären dann dessen Teilwirkflächen beispielsweise drehzahlversetzt von einer mehrstufig ausgebildeten Ansteuereinrichtung mit Öldruck zu beaufschlagen.

Bei der Verwendung elektrischer Komponenten für die Öldruckregelung eines Verbrennungsmotors ist eine Anordnung der Elektroteile außerhalb des die Ölpumpe aufnehmenden Kurbelraumes von Vorteil. Während zum einen dadurch die Belastung temperatur- und/oder ölempfindlicher Elektroteile reduziert wird, entfallen zum anderen auch die elektrischen Verbindungen zum Kurbelraum, wobei die Zugänglichkeit zu den Elektroteilen, etwa zu Reparaturzwecken, verbessert wird. Das in Fig. 5 gezeigte Elektroventil 71 20 kann beispielsweise außen am Kurbelgehäuse angebracht sein. Die elektrisch schaltbare Öldruckbeaufschlagung der zweiten Wirkfläche 54 des Stufenkolbens 51 kann dann über Ölbohrungen durch die Flanschfläche der Ölpumpenbefestigung am Kurbelgehäuse erfolgen. Bei der elektrisch erzeugten Wirkung einer Zusatzkraft auf den Regelkolben 14 entsprechend den Fig. 1 oder 2 erfordert jedoch eine kurbelraumexterne Anordnung von 25 Magnetspule 23 bzw. Schrittmotor 29 auch eine Mitverlagerung des Regelkolbens 14. 30

Das Ausführungsbeispiel in Fig. 6 zeigt alternativ zu Fig. 2 eine Anordnung, bei der der Schrittmotor 29 mit dem Regelkolben 80 in einem gemeinsamen Gehäuse 81 zu einer Regeleinheit 82 zusammengefasst ist. Die außen am Kurbelgehäuse 84 angebrachte 35 Regeleinheit 82 gewährleistet durch einen nun problemlosen Elektroanschluss 83 sowie über eine die Flanschfläche 85 durchdringende Steuerbohrung 87 zur Federkammer 12 der Ölpumpe 86 eine betriebssichere Ölpumpen-Druckregelung.

Zur weiteren Steigerung der Betriebssicherheit wird die Regeleinheit 82 aus einer benachbarten Kurbelgehäuse-Hauptölbohrung 88 mit in Ölfilter 89 gereinigtem Drucköl gespeist. Dieses Drucköl wirkt ständig regelungsrelevant über entsprechende Verbindungsquerschnitte der Regeleinheit 82 stirnseitig auf die Wirkfläche 90 von Regelkolben 80 wie auch über eine Leitung 91 in der Verschiebekammer 28 der Ölpumpe 86. Die notwendige Druckentlastung der Federseite des Regelkolbens 80 wie auch die Ableitung von Öl aus der Federkammer 12 bei einer Fördermengenabregelung erfolgt über entsprechende Verbindungsquerschnitte der Regeleinheit 82 in den zum Innenraum des Kurbelgehäuses 84 offenen Entlastungskanal 92.

In Fig. 7 ist eine in zwei Regelstufen arbeitende, elektrisch angesteuerte Regeleinheit 100 mit einer Anordnung am Kurbelgehäuse dargestellt. Sie besteht aus dem bereits an Hand der Fig. 5 beschriebenen Stufenkolben 51, einem zugehörigen Gehäuse 101 sowie einem Elektroventil 102. Wie in der Ausführung nach Fig. 6 wird auch bei dieser zweistufigen Druckregelung die Ölpumpe 103 nur noch über die verbindende Steuerbohrung 87 druckgeregelt. Hierdurch, wie auch durch eine ölpumpeninterne Druckbeaufschlagung der Verschiebekammer 28 mit dem Förderöldruck (Entfall der Leitung 91 aus Fig. 6) wird eine vorteilhafte Vereinfachung der Ölpumpe auch bei einer zweistufigen Druckregelung möglich. Ohne elektrische Ansteuerung des Elektroventils 102 ist die zweite Wirkfläche 54 des Stufenkolbens 51 über den in Fig. 7 linken Entlastungskanal 92 druckentlastet, so dass der nur über die erste Wirkfläche 53 vom Öldruck beaufschlagte Stufenkolben 51 mit seiner Regelfeder 52 die Ölpumpendruckregelung dann bei höherem Druckregelniveau ausführt. Dagegen wird mit der elektrischen Ansteuerung des Elektroventils 102 zusätzlich auch die zweite Wirkfläche 54 des Stufenkolbens 51 vom Öldruck beaufschlagt, so dass dann die Druckregelung der Ölpumpe 103 bei abgesenktem Druckregelniveau erfolgt.

Die erfindungsgemäße Regelung des Öldrucks ist weitgehend unabhängig von der temperaturabhängigen Viskosität des Förderöls. Damit lassen sich durch die vorgeschlagenen Druckregelung für Ölpumpen von Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren nicht nur bei betriebswarmem Motor, sondern insbesondere auch im täglichen Kaltbetrieb mit nach einem Motorstart noch niedrigen Öltemperaturen effektiv geminderte Kraftstoffverbräuche durch nicht unbeträchtlich abgesenkte Ölpumpenantriebsleistungen erzielen.

Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche Abwandlungen denkbar; beispielsweise können Einzelmerkmale aus verschiedenen der oben beschriebenen Ausführungsformen untereinander und/oder mit dem Stande der Technik kombiniert werden. Auch ist es möglich, daß etwa die Ansteuereinrichtung mehrere der oben genannten Komponenten aufweist.

Patentansprüche:

- 5 1. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen, insbesondere für Ölpumpen mit einer Fördermengenregleinrichtung zur Schmierölversorgung von Verbrennungsmotoren, mit einem Regelkolben sowie einer Regelfeder zur Steuerung der Fördermengenregleinrichtung und mit einer Ansteuereinrichtung für den Regelkolben, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regelkolben (14, 51, 80) eine Wirkfläche
10 (15, 53, 90) für ständig anliegenden Öldruck aufweist und von der Ansteuereinrichtung (23, 29, 56, 71, 73, 102) überdies mit einer Zusatzkraft beaufschlagbar ist.
- 15 2. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass bezüglich der Ausbildung der Ansteuereinrichtung wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:
- a) die Ansteuereinrichtung des Regelkolbens (14, 80) ist mit einer Magnetspule (23) mit auf den Regelkolben (14, 80) wirkendem Anker (24) ausgebildet;
- b) die Ansteuereinrichtung des Regelkolbens (14, 80) ist mit einem Schrittmotor (29) zur Verstellung der Federanlage 30 der Regelfeder (17) ausgebildet;
- 20 c) die Ansteuereinrichtung ist mit einem drehzahlabhängiges Fliehkraftventil mit einem Schaltkolben (56) und einer Schaltkolbenfeder (57) ausgebildet;
- d) die Ansteuereinrichtung ist mit einem Elektroventil (71, 102) ausgebildet;
- e) die Ansteuereinrichtung (23, 29, 71, 102) ist derart ausgebildet, daß sie bei einem elektrischen Systemausfall den Öldruck automatisch auf die höchste Regeldruckstufe anhebt.
25 f) die Ansteuereinrichtung ist mit einer Spiralnut (73) ausgebildet.
3. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bezüglich der Ausbildung des Regelkolbens (14, 80) wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:
- 30 a) der Regelkolben ist als Stufenkolben (51) mit einer zweiten Wirkfläche (54) ausgebildet, die durch die Ansteuereinrichtung (56, 71, 73, 102) mit Öldruck beaufschlagbar oder druckentlastbar ist;
- 35 b) ein gestufter Regelkolben ist mehrstufig ausgebildet und von einer entsprechend mehrstufig ausgebildeten Ansteuereinrichtung mit Öldruck beaufschlagbar.

4. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkolben (56) mit seiner Achse einen Winkelversatz zur radialen Fliehkraftrichtung aufweist.
- 5 5. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkolben (56) wie auch die Schaltkolbenfeder (57) innerhalb eines Förderzahnrades (55) mit teilweisem Eintauchen in einen Förderzahn angeordnet ist.
- 10 6. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltkolben (56) einen Führungzapfen (59) zur Radialführung der Schaltkolbenfeder (57) aufweist.
- 15 7. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Öldruck zur Druckbeaufschlagung der Wirkflächen (15, 53, 54, 90) des Regelkolbens (14, 51, 80) hinter einem Ölfiter (25, 89) abgezweigt wird.
- 20 8. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass elektrische Komponenten der Ölpumpenregelung (23, 29, 71, 82, 102) außerhalb von Ölräumen angeordnet sind und über hydraulische Leitungen (87, 91) mit der Ölpumpe (78, 86, 103) in Verbindung stehen.
- 25 9. Vorrichtung zur Druckregelung von Hydraulikpumpen nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Regelkolben (14, 80) mit dem Schrittmotor (29) bzw. mit der Magnetspule (23) und/oder dem Elektromagnetventil (102) in einem gemeinsamen Gehäuse (81, 101) zu einer Regeleinheit (82, 100) zusammengefasst ist.

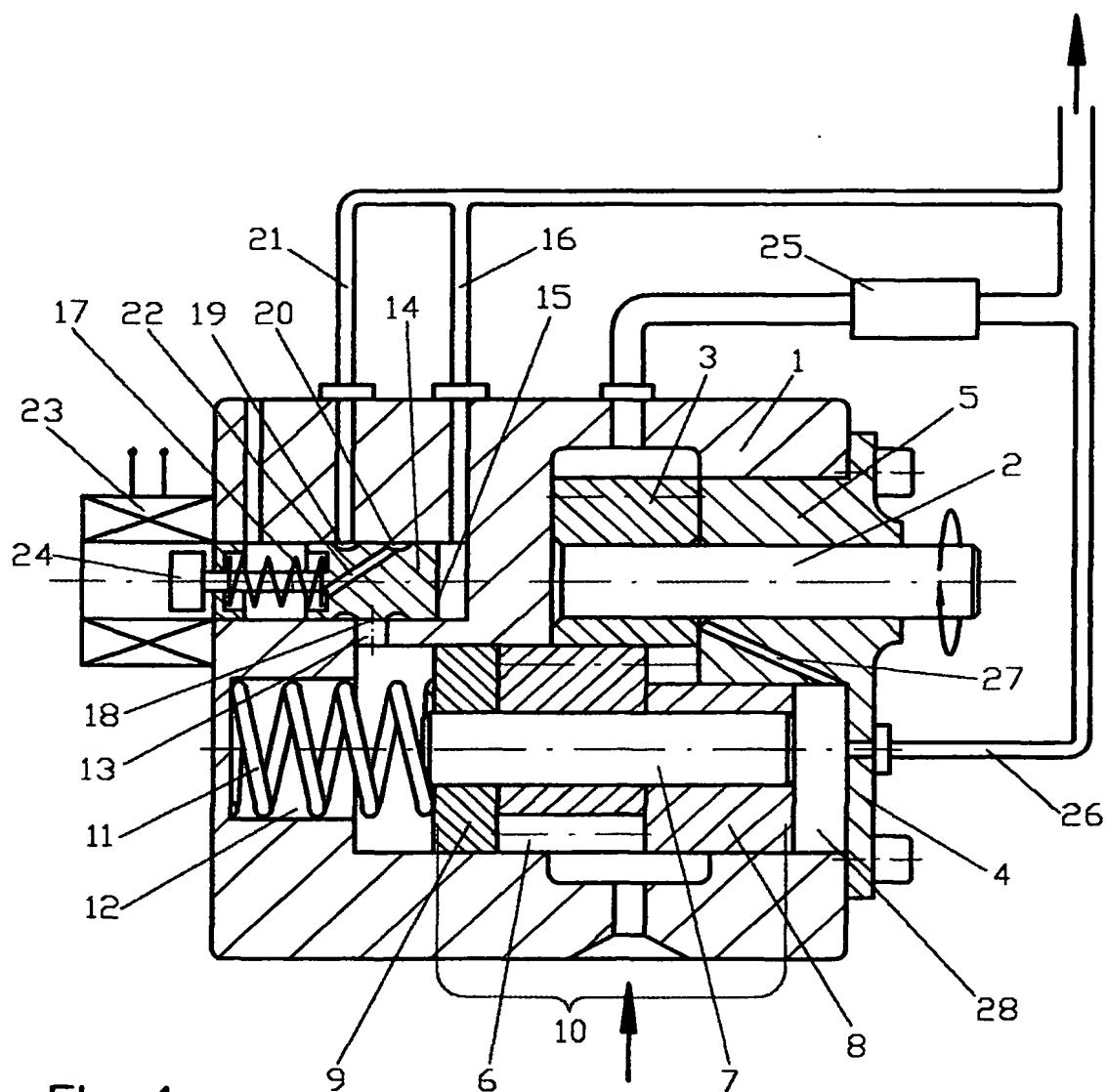


Fig. 1

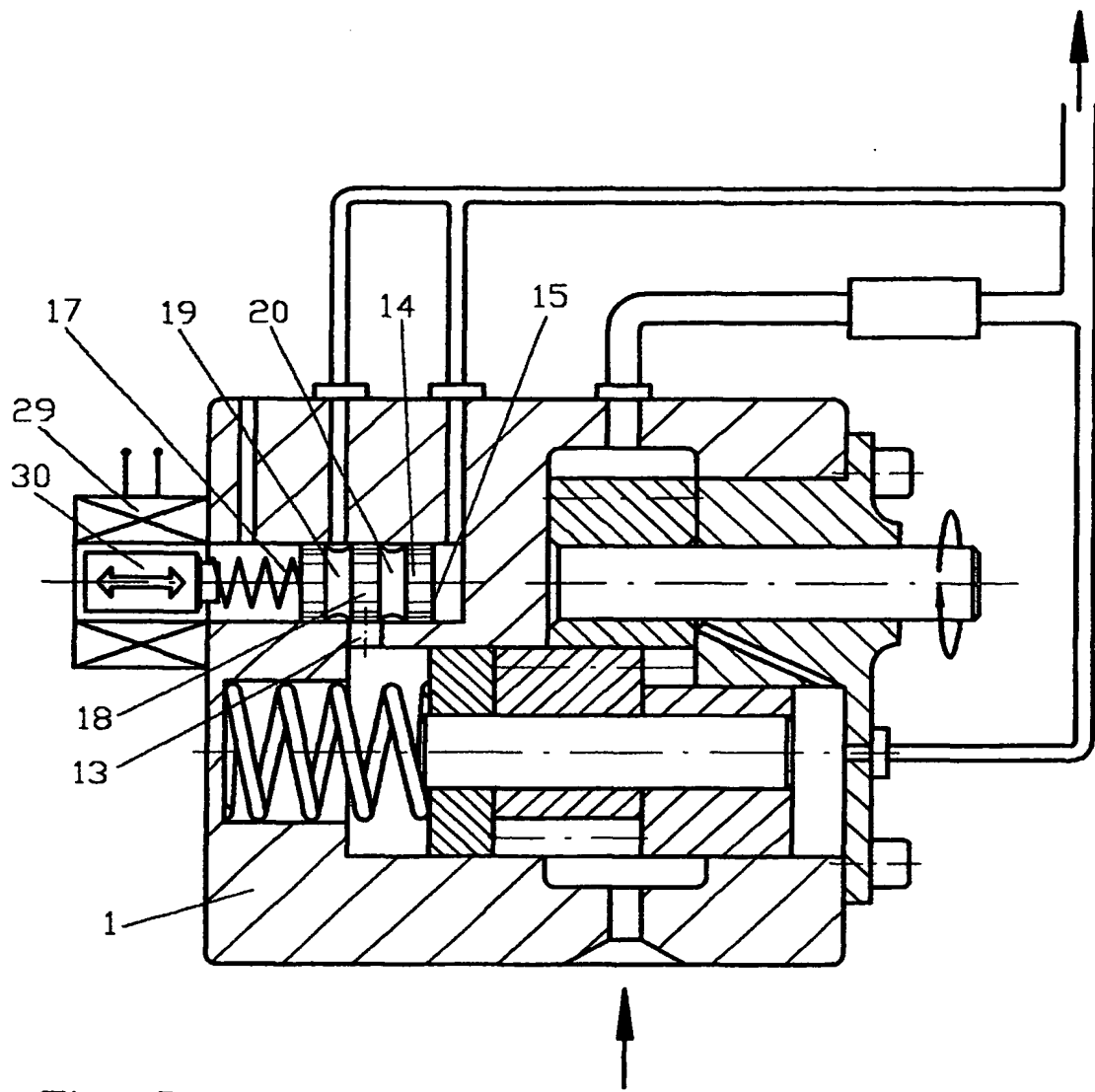


Fig. 2

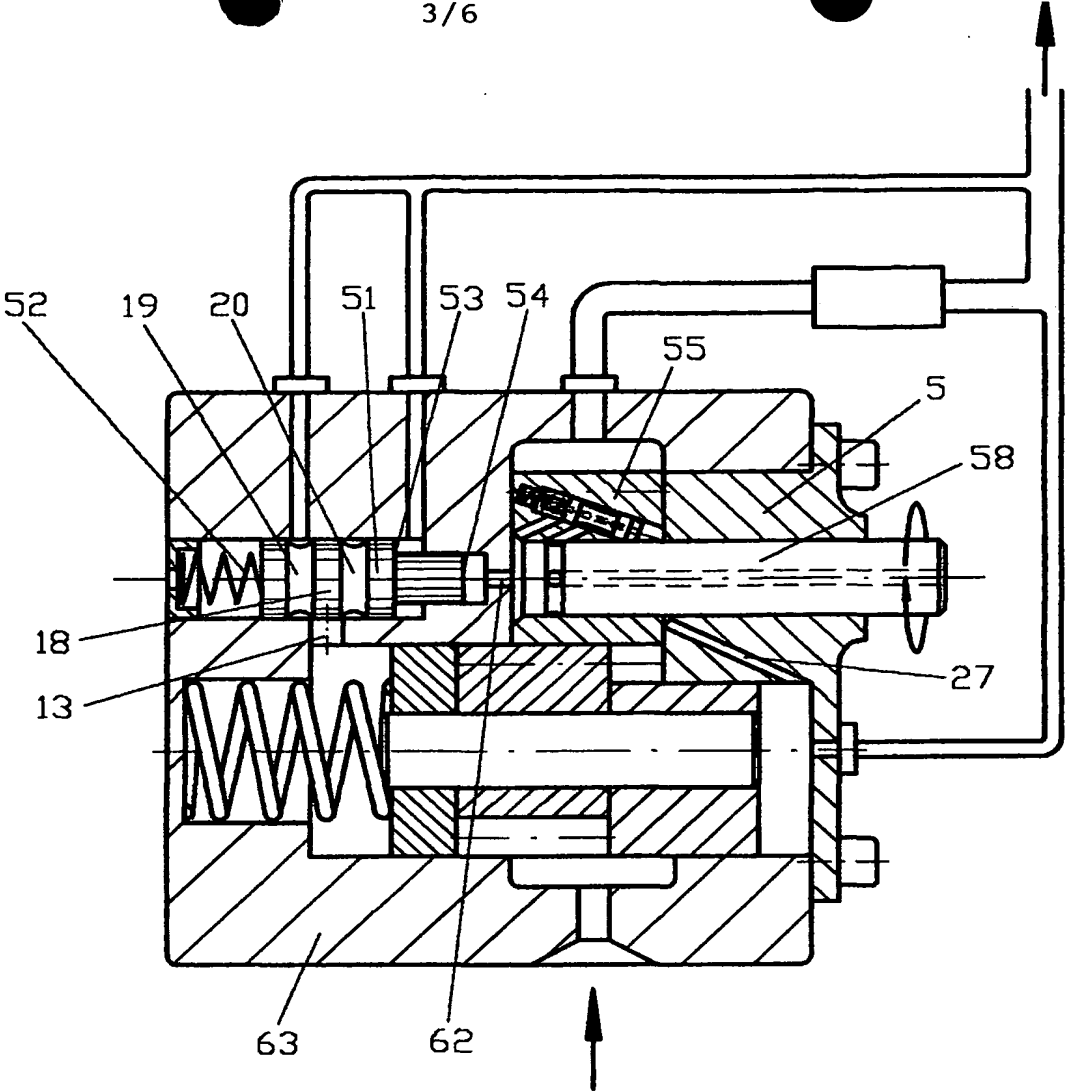


Fig. 3

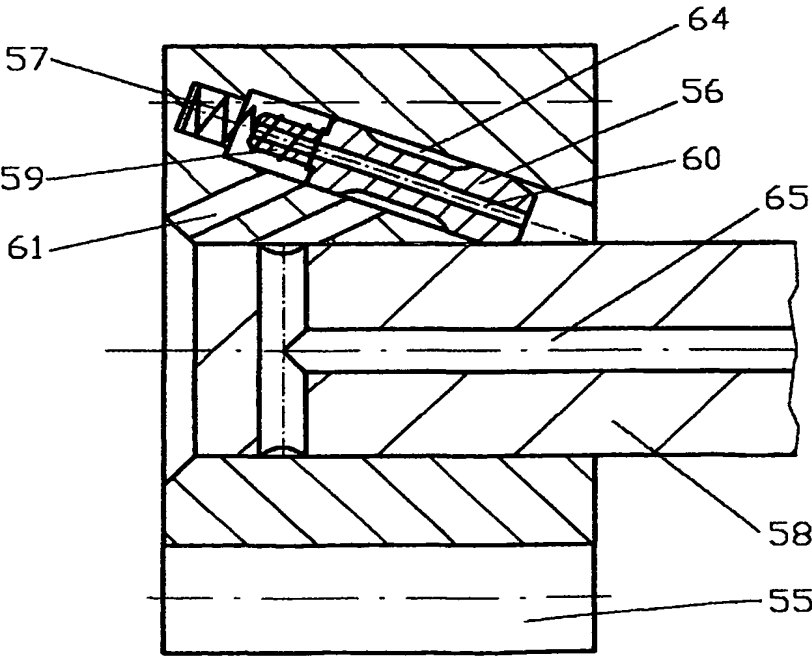


Fig. 4

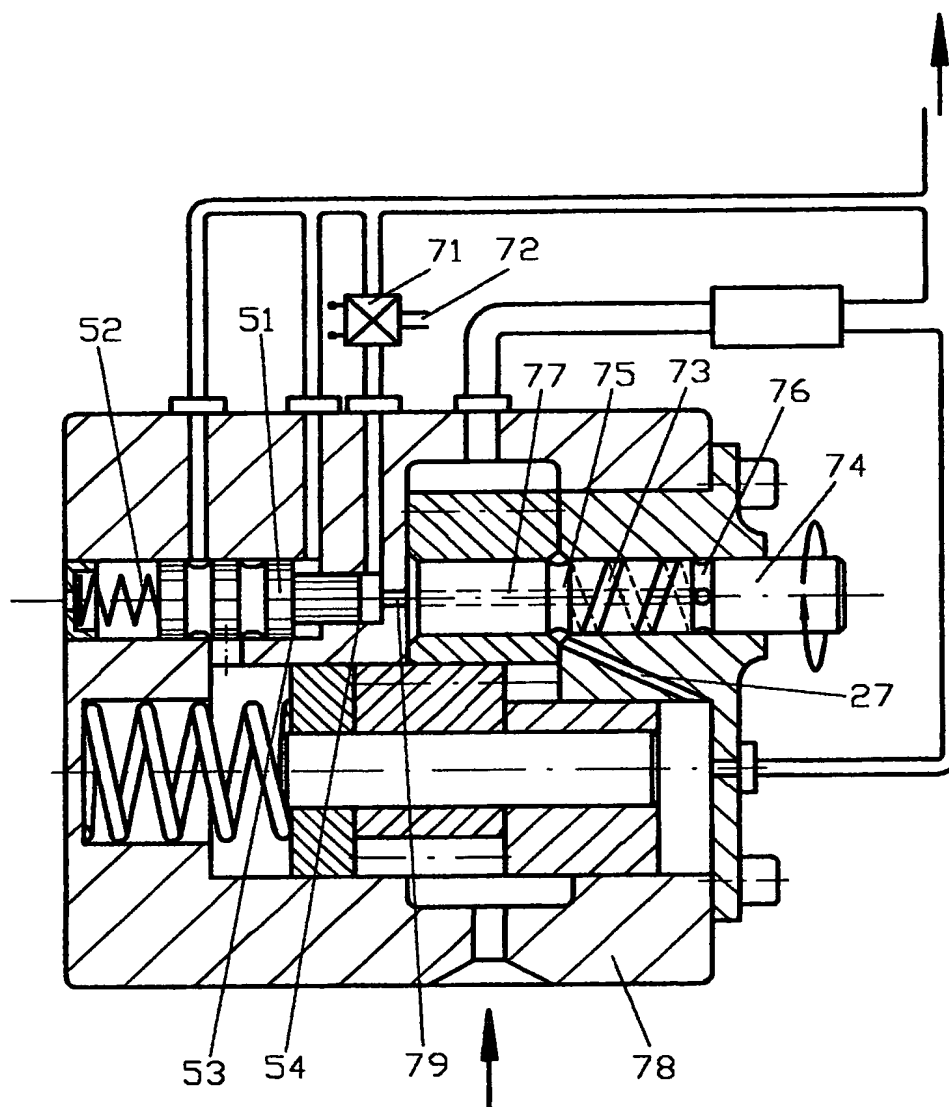


Fig. 5

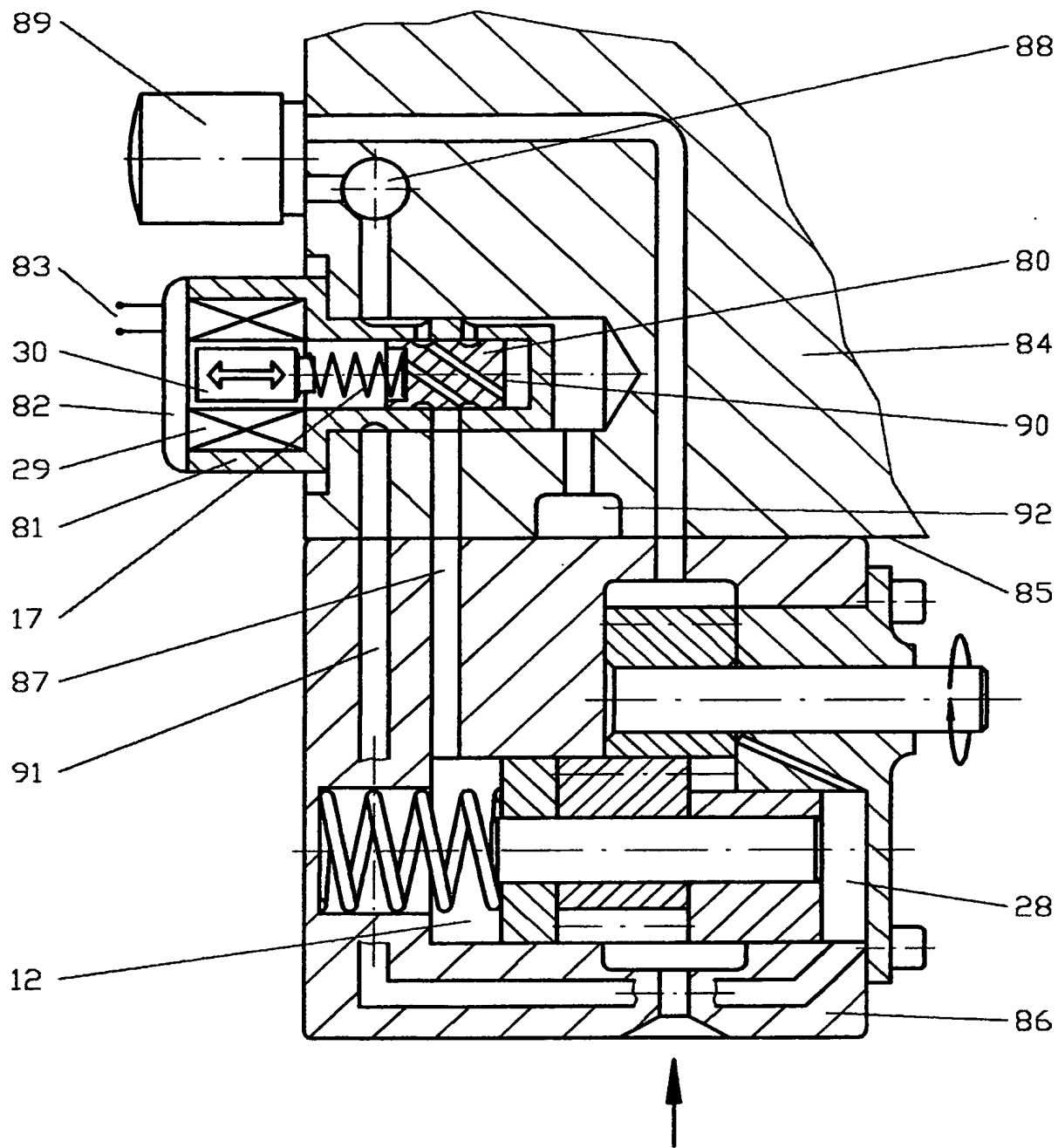


Fig. 6

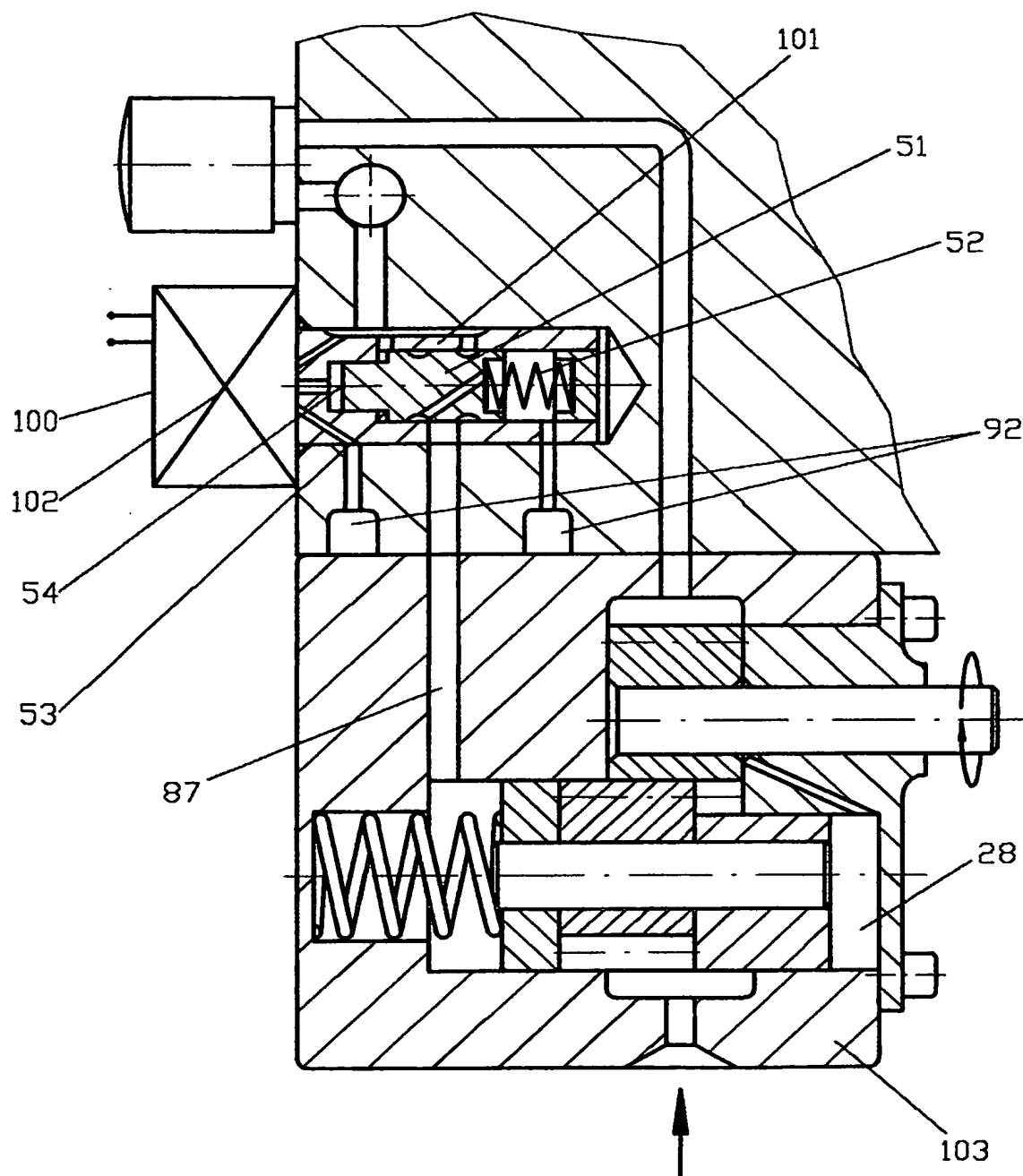


Fig. 7

PCT/JP02/05187

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

IPC 7 F04C F16N F01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | DE 40 38 549 C (MERCEDES-BENZ AG) 9 January 1992 (1992-01-09) column 2, line 25 -column 2, line 66; figure 1 --- | 1,2 |
| A | EP 1 130 262 A (VOLKSWAGENWERK AG) 5 September 2001 (2001-09-05) cited in the application column 1, line 35 -column 6, line 16; figure 2 --- | 1 |
| A | DE 44 44 819 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 20 June 1996 (1996-06-20) column 1; figures --- | 1 |
| | --- | |
| | -/-- | |

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 March 2003

Date of mailing of the international search report

28/03/2003

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vedoato, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/JP92/05187

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 05, 31 May 1996 (1996-05-31) & JP 08 014164 A (UNISIA JECS CORP), 16 January 1996 (1996-01-16) abstract ---- | 1 |
| A | DE 38 24 398 A (BARMAG BARMER MASCHF) 2 February 1989 (1989-02-02) column 2, line 19 -column 1, line 58; figures 1,2 ---- | 1 |
| A | FR 2 673 676 A (RENAULT ;FEV FORSCHUNGSGESELLSCHAFT ENE (FR)) 11 September 1992 (1992-09-11) page 4, line 6 -page 7, line 21; figures 2,4 ----- | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP92/05187

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 4038549 | C | 09-01-1992 | DE 4038549 C1 | 09-01-1992 |
| | | | JP 4301148 A | 23-10-1992 |
| EP 1130262 | A | 05-09-2001 | DE 10043842 A1 | 06-09-2001 |
| | | | EP 1130262 A2 | 05-09-2001 |
| DE 4444819 | A | 20-06-1996 | DE 4444819 A1 | 20-06-1996 |
| JP 08014164 | A | 16-01-1996 | NONE | |
| DE 3824398 | A | 02-02-1989 | DE 3824398 A1 | 02-02-1989 |
| FR 2673676 | A | 11-09-1992 | FR 2673676 A1 | 11-09-1992 |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSSTANDES

IPK 7 F04C2/14 F16N13/20 F01M1/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F04C F16N F01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | DE 40 38 549 C (MERCEDES-BENZ AG) 9. Januar 1992 (1992-01-09) Spalte 2, Zeile 25 - Spalte 2, Zeile 66; Abbildung 1 --- | 1,2 |
| A | EP 1 130 262 A (VOLKSWAGENWERK AG) 5. September 2001 (2001-09-05) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 35 - Spalte 6, Zeile 16; Abbildung 2 --- | 1 |
| A | DE 44 44 819 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 20. Juni 1996 (1996-06-20) Spalte 1; Abbildungen --- | 1 |
| | --- -/- | |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. März 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/03/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vedoato, L

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 05, 31. Mai 1996 (1996-05-31) & JP 08 014164 A (UNISIA JECS CORP), 16. Januar 1996 (1996-01-16) Zusammenfassung --- | 1 |
| A | DE 38 24 398 A (BARMAG BARMER MASCHF) 2. Februar 1989 (1989-02-02) Spalte 2, Zeile 19 -Spalte 1, Zeile 58; Abbildungen 1,2 ---- | 1 |
| A | FR 2 673 676 A (RENAULT ;FEV FORSCHUNGSGESELLSCHAFT ENE (FR)) 11. September 1992 (1992-09-11) Seite 4, Zeile 6 -Seite 7, Zeile 21; Abbildungen 2,4 ----- | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/IP 92/05187

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 4038549 | C | 09-01-1992 | DE 4038549 C1 | 09-01-1992 |
| | | | JP 4301148 A | 23-10-1992 |
| EP 1130262 | A | 05-09-2001 | DE 10043842 A1 | 06-09-2001 |
| | | | EP 1130262 A2 | 05-09-2001 |
| DE 4444819 | A | 20-06-1996 | DE 4444819 A1 | 20-06-1996 |
| JP 08014164 | A | 16-01-1996 | KEINE | |
| DE 3824398 | A | 02-02-1989 | DE 3824398 A1 | 02-02-1989 |
| FR 2673676 | A | 11-09-1992 | FR 2673676 A1 | 11-09-1992 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.